



2026年10月9日 星期五

蓝色粮仓：既要“装得满”也要“供得起”

(上接第一版)

以前是“装备找鱼”，造出养殖装备设施后再测试养殖什么鱼类可行。现在我们希望开发装备的过程中，针对鱼的生物习性和生长特点设计不同装备，来开发更合适的装备类型，也就是“以鱼定装备”。

攥紧种业“芯片”

记者：种业被称为农业的“芯片”。目前，我国的水产养殖业在“种子”方面面临哪些问题？

包振民：实事求是地说，我们缺少支撑深远海大规模养殖的主导品种。目前，北方在关注大黄鱼、鲑鳟鱼的深远海养殖，南方则关注石斑鱼等品种。但不论哪类品种，从野生到适应深远海养殖，都需要我们有针对性地改良养殖品种，并配合调整深远海的养殖模式。

记者：您在青岛牵头组建蓝色种业研究院，是否就是要解决新品种“从实验室到产业‘最后一公里’”的卡点？这道卡点“卡”在哪里？

包振民：青岛蓝色种业研究院由青岛市海洋发展局、中国海洋大学、中国水产科学研究院黄海水产研究所共同举办，中国科学院海洋研究所、山东海洋科学与技术研究院协办，同时联合青岛种业相关企业，是一个新型研发机构。它的成立，主要是为了解决青岛水产种业技术力量很强、产业化转化较慢，特别在青岛市产业化推进中卡点很多的问题。

青岛在海洋领域有前沿的研究和成果突破，但从研究到产业的转化过程并不简单，需要把科研成果在产业当中熟化、工艺再优化。这个过程按理说应该由企业来做，但现在很多水产企业在种业方面技术力量和条件还比较弱，所以需要研究单位协同发力。蓝色种业研究院成立的初衷就在于此，打通科研院所从技术成果到产业应用的“最后一公里”。

记者：您在青岛牵头布局了系列育种的项目，比如，围绕鲑鳟鱼就有两个项目——位于西海岸新区琅琊和张家楼交界处的育种中心、位于城阳区上马街道的种苗繁育基地。这两处各承担什么任务？在以鲑鳟鱼为代表的新型养殖鱼类育种方面，青岛还取得了哪些成果？

包振民：鲑鳟鱼育种中心主要开展核心种质收集和育种工作，城阳上马种苗繁育基地主要通过建设高标准的SPF(无特定病原体技术)鲑鳟鱼种苗基地实现大规模种苗的生产。

以大西洋鲑为代表，我们在鲑鳟鱼类的育种上已经实现了系列突破。在技术上，我们完成了大西洋鲑的T2T(端粒到端粒)基因组测序，目前掌握的相关基因资源是全球范围内最全、最多的，这为后期开展适应中国水域的大西洋鲑育种奠定了基础。我们还攻克了大西洋鲑伪雄鱼技术，建立起相关体系，走通了苗种繁育等一系列产业链条的关节，形成了万余尾伪雄鱼，突破了大西洋鲑养殖的关键核心技术。

另外，对南海海域名贵的石斑鱼，目前我们除了在探索以杂交组合等方式开展新种质创新，也在以传统育种与分子标记辅助育种、全基因组育种等技术结合的形式，培育石斑鱼养殖新品种。这些工作为我们开展南海石斑鱼深远海养殖提供了种苗基础。如果温度条件可控，在北方黄渤海、东海都可以开展深远海设施养殖。

记者：您提到，在深远海养殖过程中，要研究清楚养殖种类所需的温度基础及不同温度下的生理代谢、饵料、繁殖、内在基因调控机制等。这是否意味着，育种不只是“选择”，更是“读懂”？

包振民：对。无论是黄渤海鲑鳟鱼、东海大黄鱼还是南海热带石斑鱼的养殖，其温度变化下的生长发育和生理代谢等都要进行全面了解。因为鱼是变温动物，温度对它的方方面面都有很大的影响，说是第一环境要素并不为过。我们要打造鱼类种质智造和高效生产两者相结合的良好良法生产体系，产业才会发展得更健康、更持续。

“读懂”养殖鱼类，除了基因、行为、苗种、繁殖等常规工作之外，还有很大一部分，是要把养殖过程当中的信息和数据不断反馈到育种中心去分析和整合。为此，我们建立了一系列技术，能通过视觉识别、深度学习等方式，对图像、个体和养殖群体量进行自动识别检测。

AI让育种从“相关”走向“因果”

记者：育种的过程中，最重要的环节是什么？有哪些难点？

包振民：我们要判断一个品种是不是良种，最重要的是评价其拥有基因的优劣。评价基因的过程中，以往的做法主要是把基因的变异和性状的差异进行关联分析。但这个分析过程其实是一种“估计”，并不能确保得到基因和性状之间直接的因果关系。

通过现行的生物学技术，我们有能力把基因在性状形成和调控过程中的作用搞清楚——它涉及很多基因，可能大部分基因都参与了生长、发育、营养代谢、耐性性状的整体信号通路，但以往在水产生物中相关通路不是



■包振民在实验室观察样本。

●水产领域一直有一个理念：不与粮食争水土，不与畜牧争空间。随着中国社会和经济的发展，水产养殖空间不断被压缩。产业发展的新空间在哪里？需要新技术、新途径来拓展。新空间分两类：一类是“内生空间”，另一类是“外拓空间”

●新的理念应该是建立绿色、低耗、稳定、安全的养殖模式。即使在深海，也不能随意把废水外排，要用人工智能、信息化技术，安全智能地发展产业

●以前是“装备找鱼”，造出养殖装备设施后再测试养殖什么鱼类可行。现在我们希望开发装备的过程中，针对鱼的生物习性和生长特点设计不同装备，来开发更合适的装备类型，也就是“以鱼定装备”

●山东作为国内渔业、特别是海洋渔业“蓝色粮仓”的龙头，一直走在全国前列。可以说，青岛是我国水产养殖技术的发源地，也是新养殖模式的策源地

●下一步要做的，是良种和良法结合到一起的新技术、新装备、新模式。一个产业不是哪一个技术的突破，它一定是一个体系，这个体系构建起来，就能拉动整个产业链，形成一个产业生态

●整个产业要发展起来，就需要“把蛋糕做大”，把产业规模做大，让更多主体在这个过程中相互竞争、共同进步，通过更高效、成本更低、更绿色的方式，生产更高品质的产品来满足广大人民的需求，让更多名贵水产品走进普罗大众的餐桌，这是产业发展最重要的意义

●真正的“蓝色粮仓”，既要“装得满”，也要“供得起”。从种质、养殖、装备、设施等多方面发力，以科技和产业创新为引领，共同推动深远海养殖高质量发展——向深蓝要粮，让“蓝色粮仓”惠及更多人

很清晰。要精准育种就需要搞清楚这些基本的分子生物学特征和信息。

记者：今年6月，首个水产育种专用智能大模型平台“蓝鯤智种”在青岛发布，您说它打通了从实验室到产业的“最后一公里”。人工智能进入育种领域，它到底解决了什么问题？

包振民：“蓝鯤智种”是一个应用于育种领域的人工智能大模型，其核心模型是“OmniG”这个泛基因效应的大模型。可以这样理解，前期，我们把人、畜禽、作物等所有生物的基因效应、基因通路和基因相互作用等信息库进行了整合、梳理，构建了一个“OmniG”泛基因效应的基础模型，用已知生物的基因数据训练AI，让它掌握基因调控的通用逻辑；再把这套模型“迁移”到基因功能大量未知的海洋生物上，构建垂域模型，并利用现有数据库“试跑”，打造“蓝鯤智种”大模型，从而快速找到决定优良性状的“密码”，并用到品种的培育中。

记者：具体运行过程中，“蓝鯤智种”大模型如何提升育种效率？针对产业链上的不同主体，它能发挥哪些功能？

包振民：水生生物的基因往往很复杂，很多基因我们并不了解。“蓝鯤智种”大模型可以帮助我们快速“看清”，在水生生物生长、繁殖、代谢等过程中哪些基因起到主要作用。

通过将基因组位点变异信息、基因表达谱信息和表型之间准确关联，这个大模型能把原来基因和性状之间的相关性分析变成因果推断，准确性、可靠性更高，大大提高了全基因组选择的精准度和准确度，从而提高了育种效率。

我们进一步将育种企业管理的信息融入大模型中，它就可以在苗种生产、种业企业等生产端进行应用。这就相当于给每个企业配备了一个高水平育种专家团队，可以显著提升育种企业的科技创新能力。

记者：目前，人工智能已经全面参与我国深远海养殖链条，不只停留在育种阶段，参与形式也不局限在算法和大模型。除室内技术体系外，人工智能如何在深远海养殖的过程中赋能？

包振民：我国建造了大量的深远海养殖装备、设施，这些“大国重器”为深远海养殖智能化、信息化、智慧化管理体系的搭建奠定了基础。养殖工船也好、大型设施装备也好，不能按照以往靠人力的发展模式，需要用人工智能促进智能化发展。

比如，我们建立的海上养殖箱平台，就整合养殖装备、大模型、实验验证、陆地数字仿真等全流程，让人工智能贯穿了从“看清鱼”到“养好鱼”再到“选准鱼”的全过程。在这套体系中，水下视觉与智能传感充当“眼睛”，自动采集鱼类生长和行为表型；智能投喂与水质调控充当“手脚”，实时优化养殖过程；“蓝鯤智种”大模型则充当“大脑”，解析基因效应、预测育种值并指导选留……一套智慧养殖管理体系由此成型。

让“蓝色粮仓”惠及更多人

记者：山东几次养殖浪潮都从青岛发起。但您也直言，传统优势品种正面临严峻挑战。山东渔业的绿色转型之路该怎么走？

包振民：山东作为国内渔业，特别是海洋渔业“蓝色粮仓”的龙头，一直走在全国前列。可以说，青岛是我国水产养殖技术的发源地，也是新养殖模式的策源地。

但近年来，山东渔业养殖确实面临很大压力：海藻、鱼类、鲍鱼、海参等原来黄渤海养殖的优势品种正面临其他省份的产业冲击。如何寻找更多的空间、更新的养殖模式、更新的产业发展方式，是山东海洋渔业绿色高质量发展面临的最大问题。

产业转型的压力很大，在设施、装备等方面发力，青岛走出了全国领先的模式。但整体来看，还是面临经济可行性的问题。下一步要做的，是良种和良法结合到一起的新技术、新装备、新模式。一个产业不是哪一个技术的突破，它一定是一个体系，这个体系构建起来，就能拉动整个产业链形成一个产业生态。

记者：有人提到一个现象——早年宴席才舍得购买的扇贝，现在市场价每斤只要几块钱。从这里说起，您怎么看科研与民生之间的关系？

包振民：我认为，所有产业发展到一定规模以后，最终都要让老百姓消费得起。我反复说，鱼再名贵，只要养殖了就不能长期维持太高的价格，那样只有少数人吃得起，不是我们发展养殖的目的和方向。

尤其像渔业、农业这种产业，更要普惠到大众。整个产业要发展起来，就需要“把蛋糕做大”，把产业规模做大，让更多主体在这个过程中相互竞争、共同进步，通过更高效、成本更低、更绿色的方式，生产更高品质的产品来满足广大人民的需求，让更多名贵水产品走进普罗大众的餐桌，这是产业发展最重要的意义。

其实别的产业也是如此——汽车也好、手机也好，都是通过产业充分竞争以后，逐渐实现价格“普惠”。有人说，到了这个阶段，就代表着产业“不挣钱了”。在我看来，“不挣钱了”就是“不暴利了”，就代表产业成熟了。这时候，更需要少数企业率先“走出去”，以科技创新、产业转型等方式，以更低的成本生产更好的产品。

记者：您还提到一个市场现象：中国从2022年起水产贸易出现逆差，大西洋鲑从去年到今年进口了20余万吨。我们如何看待这个现象？科研工作者应该如何进一步在相关领域发力？

包振民：渔业水产一直是整个海洋经济和农产品国际贸易的重要板块。我们生产了世界约56%的水产品，但自2022年以来水产贸易是逆差。逆差说明什么？我们水产品进口比出口更多。这是因为消费能力提高了，消费者对高端水产品的需求量更大了。以大西洋鲑为例，我国现在年自产不到5万吨，大量的缺口需要渔业生产跟上去——这恰恰是深远海养殖的市场空间。

在开展蓝色种业创新、拓展深远海养殖方面，山东有条件、有资源、有基础、有能力、有人才挑大梁，这是我们义不容辞的责任。具体到科研工作者方面，我有一个观点：在应用科学技术领域，我们不能低头研发，搞出技术后再去找产业；我们应该从市场开拓入手，面向产业、面向市场，先预判下一步市场在哪里、产业的技术卡点在哪里、老百姓的需求在哪里，然后针对性地搞研发。

另外，我们要系统考虑，金融、市场、资本怎么快速进到相关产业中来？从产业发展的角度看，这些要素比单纯的技术突破更重要。

记者：在您心目中，真正的“蓝色粮仓”应该是什么样子？

包振民：真正的“蓝色粮仓”，既要“装得满”，也要“供得起”。从种质、养殖、装备、设施等多方面发力，以科技和产业创新为引领，共同推动深远海养殖高质量发展——向深蓝要粮，让“蓝色粮仓”惠及更多人。

